

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-266922

(43)Date of publication of application : 28.09.2001

(51)Int.Cl.

H01M 8/06

F04F 5/18

H01M 8/04

H01M 8/10

(21)Application number : 2000-085291

(71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 24.03.2000

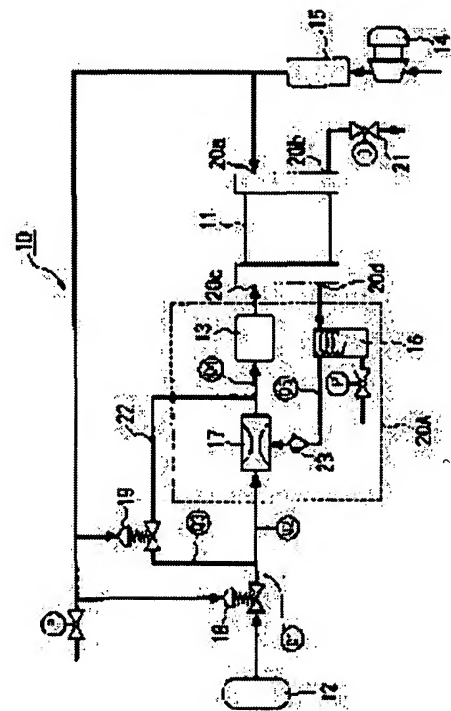
(72)Inventor : SUGAWARA TATSUYA  
KOBAYASHI TOMOKI

## (54) FUEL SUPPLY SYSTEM FOR FUEL CELL

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To control with a broad output range easily with a simple configuration.

SOLUTION: A fuel supply system 10 for a fuel cell has a configuration equipped with a fuel cell 11, a fuel supply section 12, an oxidizer supply section 14, an ejector 17, a fuel supply side pressure control section 18, and a bypass side pressure control section 19. The fuel supply side pressure control section 18 is arranged between the fuel supply section 12 and a humidifying section 13, and the ejector 17 is arranged between the fuel supply side pressure control section 18 and the humidifying section 13. A bypass duct 22 to bypass the ejector 17 is installed in the duct connecting the fuel supply side pressure control section 18 and the humidifying section 13, and the bypass side pressure control section 19 is installed in the bypass duct 22. When the outlet pressure of hydrogen at the outlet of the ejector 17 drops to less than the supply pressure determined by the bypass side pressure control section 19, a valve of the bypass side pressure control section 19 is opened and hydrogen is supplied to the fuel cell 11 from the bypass duct 22.





## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office



**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**Bibliography.**

---

- (19) [Country of Issue] Japan Patent Office (JP)  
(12) [Official Gazette Type] Open patent official report (A)  
(11) [Publication No.] JP,2001-266922,A (P2001-266922A)  
(43) [Date of Publication] September 28, Heisei 13 (2001. 9.28)  
(54) [Title of the Invention] The fuel supply system of a fuel cell.  
(51) [The 7th edition of International Patent Classification]

H01M 8/06  
F04F 5/18  
H01M 8/04

8/10

**[FI]**

H01M 8/06  
F04F 5/18  
H01M 8/04  
A  
8/10

[Request for Examination] Un-asking.

[The number of claims] 3.

[Mode of Application] OL

[Number of Pages] 10.

(21) [Filing Number] Application for patent 2000-85291 (P2000-85291)

(22) [Filing Date] March 24, Heisei 12 (2000. 3.24)

(71) [Applicant]

[Identification Number] 000005326.

[Name] Honda Motor Co., Ltd.

[Address] 2-1-1, Minami-Aoyama, Minato-ku, Tokyo.

(72) [Inventor(s)]

[Name] Sugawara Tatsuya.

[Address] 1-4-1, Chuo, Wako-shi, Saitama-ken Inside of Honda Technical research center.

(72) [Inventor(s)]

[Name] Kobayashi Tomoki.

[Address] 1-4-1, Chuo, Wako-shi, Saitama-ken Inside of Honda Technical research center.

(74) [Attorney]

[Identification Number] 100064908.

[Patent Attorney]

[Name] Shiga Masatake (besides five persons)

[Theme code (reference)]

3H079.  
5H026.  
5H027.

[F term (reference)]

3H079 AA18 AA23 AA28 BB05 CC13 CC21 DD02 DD03 DD12 DD16 DD23 DD24 DD25 DD28 DD52 DD60.  
5H026 AA06.  
5H027 AA06 KK05 KK06 KK11 KK25 KK26 KK52 MM09.

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

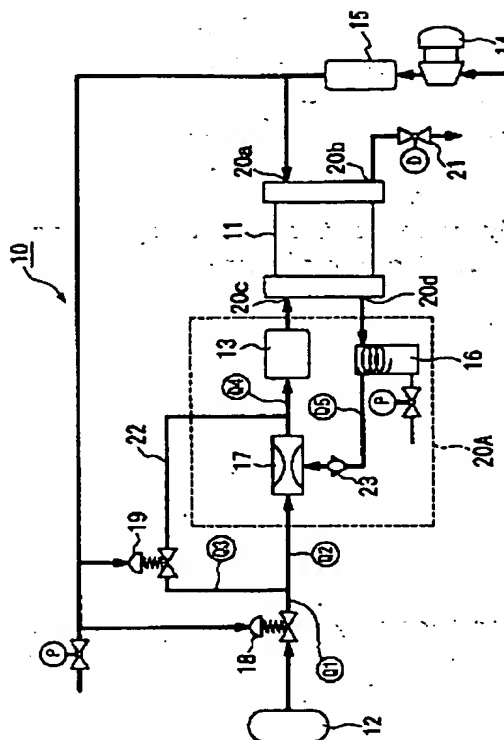
Summary.

(57) [Abstract]

[Technical problem] The extensive output range is easily controlled by simple composition.

[Means for Solution] It had a fuel cell 11, the fuel-supply section 12, the oxidizer feed zone 14, the ejector 17, the fuel-supply lateral pressure control section 18, and the bypass lateral pressure control section 19, and the fuel supply system 10 of a fuel cell was constituted. The fuel-supply lateral pressure control section 18 was formed between the fuel-supply section 12 and the humidification section 13, and the ejector 17 was formed between the fuel-supply lateral pressure control section 18 and the humidification section 13. The bypass passage 22 which bypasses an ejector 17 was established in the passage which connects the fuel-supply lateral pressure control section 18 and the humidification section 13, and the bypass lateral pressure control section 19 was formed in the bypass passage 22. If the outlet pressure of the hydrogen in the outlet of an ejector 17 turns into below the supply pressure set up by the bypass lateral pressure control section 19, it will open the bypass lateral pressure control section 19, and will supply hydrogen to a fuel cell 11 from the bypass passage 22.

[Translation done.]



[Translation done.]

#### \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

#### CLAIMS

[Claim(s)]  
 [Claim 1] It is the fuel supply system of a fuel cell which is equipped with the following and characterized by the fuel-supply means of the above 2nd supplying the aforementioned fuel to the aforementioned fuel cell when the pressure differential of the outlet pressure of the fuel-supply means of the above 1st and the outlet pressure of the fuel-supply means of the above 2nd exceeds a predetermined pressure threshold about the pressure of the aforementioned fuel. An oxidizer supply means to supply an oxidizer to a fuel cell. The 1st fuel-supply means which supplies fuel to the aforementioned fuel cell by the pressure according to the pressure of the aforementioned oxidizer. A fuel circulation means to mix to the aforementioned fuel newly supplied from the fuel-supply means of the above 1st, and to make the discharge fuel discharged from the aforementioned fuel cell among the aforementioned fuel supplied from the fuel-supply means of the above 1st recycle to the aforementioned fuel cell. The 2nd fuel-supply means which is prepared in the aforementioned fuel circulation means and parallel, and supplies the aforementioned fuel to the aforementioned fuel cell with the supply pressure according to the pressure of the aforementioned oxidizer.

[Claim 2] The aforementioned fuel circulation means is the fuel supply system of the fuel cell according to claim 1 carry out that come in parallel to arrange two or more ejectors with which the properties over the consumption flow rate of the aforementioned fuel consumed by the aforementioned fuel cell (consumption flow rate of the aforementioned fuel / aforementioned fuel supplied to the aforementioned fuel cell) differ, and change control of at least one of two or more of the aforementioned ejectors is chosen and carried out as the feature.

[Claim 3] The aforementioned change control is the fuel supply system of the fuel cell according to claim 2 characterized by being controlled according to the output of the aforementioned fuel cell.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the fuel supply system of the fuel cell which it mixes [ fuel cell ] with the fuel newly supplied and makes a fuel cell recycle the eccrisis fuel discharged from a fuel cell.

[0002]

[Description of the Prior Art] As opposed to the cell which the solid-state poly membrane type fuel cell put the solid-state polyelectrolyte film from both sides with the anode and the cathode conventionally, and was formed it has the stack (it is called a fuel cell to below) constituted by carrying out the laminating of two or more cells. Hydrogen is supplied to an anode as fuel, air is supplied to a cathode as an oxidizer, and a solid-state polyelectrolyte film is passed, even a cathode moves, and with a cathode, the hydrogen ion generated according to catalytic reaction in the anode causes oxygen and electrochemical reaction, and generates electricity. Here, in order to maintain the ion conductivity of a solid-state molecule electrolyte film, superfluous water is mixed with humidification equipment etc. by the hydrogen supplied to a fuel cell. For this reason, water collects on the gas passageway in the electrode of a fuel cell, and the predetermined amount of outflow is set to eccrisis fuel so that this gas passageway may not be closed. Under the present circumstances, by making the fuel newly introduced into a fuel cell mix and recycle eccrisis fuel, fuel can be utilized effectively and the energy efficiency of a solid-state poly membrane type fuel cell can be raised.

[0003] Conventionally, the fuel cell equipment which makes eccrisis fuel recycle with an ejector is known like the fuel cell equipment indicated by JP,9-213353,A as fuel cell equipment which was mentioned above. With this fuel cell equipment, the pressure gage is built into the passage for recycle of eccrisis fuel, based on the detection result by this pressure gage, regulation control of the opening of the fuel-supply valve of an ejector is carried out, and the flow rate of the eccrisis fuel mixed by the ejector and the newly introduced fuel is changed. And based on the detection result by the flowmeter formed in the lower stream of a river of an ejector, the output of the amount of the fuel consumed in a fuel cell, i.e., fuel cell equipment, is controlled by



feedback control to the flow rate of eccrisis fuel and the newly introduced fuel being performed.  
[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, when it has the ejector made flow rate adjustable by the adjustable orifice etc. like fuel cell equipment with an example of the above-mentioned conventional technology, it is necessary to detect the pressure and flow rate of fuel in two or more passage in fuel cell equipment, and to perform feedback control, and there is a problem that the structure of fuel cell equipment and control will be complicated. this invention was made in view of the above-mentioned situation, and can respond to the extensive output range with simple composition, and it aims at moreover offering the controllable fuel supply system of a fuel cell easily.

[0005]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the purpose which solves the above-mentioned technical problem and starts, the fuel supply system of the fuel cell of this invention according to claim 1. An oxidizer supply means to supply an oxidizer (for example, air in the gestalt of operation mentioned later) to a fuel cell (for example, fuel cell 11 in the gestalt of operation mentioned later) (for example, oxidizer feed zone 14 in the gestalt of operation mentioned later), By the pressure (for example, supply pressure in the gestalt of operation mentioned later) according to the pressure (for example, \*\*\*\*\* in the gestalt of operation mentioned later) of the aforementioned oxidizer The 1st fuel-supply means which supplies fuel (for example, hydrogen in the gestalt of operation mentioned later) to the aforementioned fuel cell (for example, fuel-supply lateral pressure control section 18 in the gestalt of operation mentioned later), The eccrisis fuel discharged from the aforementioned fuel cell among the aforementioned fuel supplied from the fuel-supply means of the above 1st The fuel circulation means which mixes to the aforementioned fuel newly supplied from the fuel-supply means of the above 1st, and is made to recycle to the aforementioned fuel cell (for example, the ejector 17 in the gestalt of operation mentioned later (the 1st), the 2nd ejector 43), It is prepared in the aforementioned fuel circulation means and parallel, and with the supply pressure (for example, supply pressure in the gestalt of operation mentioned later) according to the pressure of the aforementioned oxidizer It has the 2nd fuel-supply means (for example, bypass lateral pressure control section 19 in the gestalt of operation mentioned later) which supplies the aforementioned fuel to the aforementioned fuel cell. the fuel-supply means of the above 2nd It is related with the pressure of the aforementioned fuel. the pressure differential of the outlet pressure of the fuel-supply means of the above 1st and the outlet pressure of the fuel-supply means of the above 2nd When a predetermined pressure threshold (for example, it can set in the gestalt of operation mentioned later (supply-pressure  $P_{se}$ —supply pressure  $P_{sb}$ )) is exceeded, it is characterized by supplying the aforementioned fuel to the aforementioned fuel cell.

[0006] In case fuel is supplied by the predetermined supply pressure by the 1st fuel-supply means which consists of a pressure control valve etc., for example according to the fuel supply system of the fuel cell of the above-mentioned composition, even if it is the case where the flow rate of the fuel which passes a fuel circulation means reached the maximum stream flow, and is saturated, as this fuel circulation means was bypassed, it has been arranged in parallel, for example, fuel can be supplied to a fuel cell through the 2nd fuel-supply means which consists of a pressure control valve etc. For example, the ratio of the flow  $Q_4$  of the fuel supplied to a fuel cell to the flow  $Q_1$  of the fuel consumed by the fuel cell shown in drawing 1 (in the following) It is related with the nozzle of the fuel circulation means which the fuel supplied from the 1st fuel-supply means passes as shown in the graphical representation showing change called SUTOIKI ( $Q_4/Q_1$ ), for example, an ejector. Relatively The small ejector E1 (solid line E1 shown in drawing 1) of the diameter of a nozzle, If fuel is relatively supplied to each ejectors E1 and E2 by the predetermined pressure to the big ejector E2 (solid line E2 shown in drawing 1) of the diameter of a nozzle, although SUTOIKI ( $Q_4/Q_1$ ) to an ejector E1 will become larger than SUTOIKI ( $Q_4/Q_1$ ) to an ejector E2 The maximum stream flow  $QE1$  in an ejector E1 becomes smaller than the maximum stream flow  $QE2$  in an ejector E2. That is, if the diameter of a nozzle of an ejector, i.e., the cross section of a nozzle, becomes small and the flow rate of fuel decreases, although the capacity for SUTOIKI ( $Q_4/Q_1$ ) to become large, and to circulate fuel will become high, the

maximum stream flow of fuel which can pass an ejector falls.

[0007] By the way, according to the structure for circulating fuel inside, the flow rate of eccrisis fuel required in order to discharge outside the water generated inside, the property of the catalyst which constitutes a fuel cell, and a solid-state polyelectrolyte film, etc., the predetermined threshold is set to the fuel cell about the utilization factor to the fuel supplied, and the utilization factor of this fuel is equal to the inverse number of SUTOIKI ( $Q_4/Q_1$ ). For example, if the utilization factor of the fuel supplied to a fuel cell is made high exceeding a predetermined threshold, near the exhaust port near the feed hopper of fuel, density change of fuel will become large and the distribution of power density will become uneven on the front face of each cell which constitutes a fuel cell. Here, since generation of heat arises by loss at the time of the hydrogen ion from fuel penetrating a solid-state polyelectrolyte film, it becomes difficult for being exoergic distributed to become uneven in each cell, for example, to predict the life of a fuel cell etc., and there is a possibility that it may become impossible to maintain the performance of a fuel cell. In addition, the flow  $Q_1$  of the fuel consumed about predetermined minimum SUTOIKI ST (for example, the dashed line ST shown in drawing 1) set up according to the threshold of the utilization factor of the fuel set up to each fuel cell, i.e., the load of a fuel cell, is small, that is, in order that the output of a fuel cell may discharge water from the interior of a fuel cell at the time of low low-power output, the big amount of outflow is relatively required.

[0008] Like the ejector E1 which follows, for example, is shown in drawing 1, so that minimum SUTOIKI ST may be filled with the low-power output side (low load field) of a fuel cell. When increasing SUTOIKI ( $Q_4/Q_1$ ) using the small ejector E1 of the diameter of a nozzle relatively small. When the flow rate of the eccrisis fuel which is mixed with an ejector E1 and supplied to a fuel cell, and the newly introduced fuel reaches the maximum stream flow  $QE_1$ . The 2nd fuel-supply means arranged in parallel as bypassed this ejector E1, for example, a pressure control valve, is opened, and supply of fuel is started to a fuel cell. Thereby, also in the extensive field by the side of high power, fuel can be supplied to a fuel cell by SUTOIKI property E1b (dotted-line E1b is shown in drawing 1) which fills minimum SUTOIKI ST, without being restricted by the maximum stream flow  $QE_1$  of an ejector E1.

[0009] For example, the capacity to make it recycle by making the diameter of a nozzle of an ejector thin etc. at the time of the low-power output of a fuel cell, sub\*\*\*\*\*, i.e., the eccrisis fuel, for an ejector, is secured, and it sets up so that SUTOIKI ( $Q_4/Q_1$ ) may serve as a big value so that minimum SUTOIKI ST demanded at the time of idle operation of vehicles may be filled to the fuel cell carried in vehicles, such as an electric vehicle. On the other hand, it originates in making the diameter of a nozzle of an ejector thin, and about a part for the flow rate which runs short by the high power side of a fuel cell, it can compensate by supplying fuel from the 2nd fuel-supply means, the extensive output range from a low-power output side to a high power side can be covered, and a fuel cell can be controlled easily.

[0010] Furthermore, in connection with the flow rate of the fuel which passes an ejector, increasing, the pressure loss in the ends of an ejector shifts to the state where it was saturated gradually, and when the maximum stream flow of an ejector is reached, pressure loss serves as a saturation value. Fuel can be supplied from the 2nd fuel-supply means, and immediately after the flow rate of the fuel supplied to a fuel cell from an ejector is saturated with setting up this saturation value as a predetermined pressure threshold, as the SUTOIKI property demanded is certainly filled with it, a fuel cell can be controlled by it.

[0011] And while using the proportionality pressure control valve of an air operated as a pressure-control means and supplying the air from an air compressor to a fuel cell as an oxidizer, using an air compressor as an oxidizer supply means. By supplying the proportionality pressure control valve of the 1st and 2nd fuel-supply meanses, fuel can be supplied by the supply pressure according to this \*\*\*\*\* by making the pressure of air into \*\*\*\*\* from the proportionality pressure control valve of the 1st and 2nd fuel-supply meanses. Thereby, the fuel supply to a fuel cell is easily controllable only by the pressure of the air which is an oxidizer. Namely, [0012] which can come, simultaneously can control the 1st and 2nd fuel-supply meanses, is the simple composition which has arranged the ejector, the proportionality pressure

control valve, etc. in parallel, for example, can control a fuel cell only by mechanical control [ the extensive output range ] easily, without [ which is needed between the fuel electrode of a fuel cell and an air pole / predetermined ] needing electric control etc. while controlling a between pressure very much Furthermore, the fuel supply system of the fuel cell of this invention according to claim 2 The consumption flow rate of the aforementioned fuel with which the aforementioned fuel circulation means was consumed by the aforementioned fuel cell The property over (for example, the molar flow rate  $Q_1$  in the gestalt of operation mentioned later) (consumption flow rate of the aforementioned fuel / aforementioned fuel supplied to the aforementioned fuel cell) (For example, SUTOIKI ( $Q_4/Q_1$ ) in the gestalt of operation mentioned later) differs. Two or more ejectors (For example, SUTOIKI properties E1 and E2 in the gestalt of operation mentioned later) It is characterized by coming in parallel to arrange for example, (the ejector 17 in the gestalt of operation mentioned later (the 1st) and the 2nd ejector 43), and choosing and carrying out change control of at least one of two or more of the aforementioned ejectors.

[0013] As shown, for example in drawing 1, according to the fuel supply system of the fuel cell of the above-mentioned composition, in the low-power output side (low load field) of a fuel cell When the flow rate of the fuel which SUTOIKI ( $Q_4/Q_1$ ) is increased using the small ejector E1 of the diameter of a nozzle, and is discharged from an ejector E1 reaches the maximum stream flow  $QE_1$  so that big minimum SUTOIKI ST may be filled relatively for example It sets up so that the 2nd fuel-supply means arranged in parallel as bypassed this ejector E1, for example, a pressure control valve, may be opened and supply of fuel may be started. Thereby, also in the field exceeding the maximum stream flow  $QE_1$  of an ejector E1, fuel can be supplied to a fuel cell by SUTOIKI property E1b (dotted-line E1b shown in drawing 1) which fills minimum SUTOIKI ST.

[0014] More relatively than an ejector E1, for example furthermore, the ejector E2 with the big diameter of a nozzle As an ejector E1 is bypassed, it is arranged in parallel. the SUTOIKI property (solid line E2 shown in drawing 1) of this ejector E2 It is the position (the position alpha shown in drawing 1) which became equal to SUTOIKI property E1b by the combination of an ejector E1 and the 1st fuel-supply means, for example, the fuel supply to an ejector E1 is suspended by the method valve of three etc., and it sets up so that fuel supply may be performed to an ejector E2. Thereby, compared with SUTOIKI property E1b by the combination of an ejector E1 and the 1st fuel-supply means, SUTOIKI ( $Q_4/Q_1$ ) in the field by the side of high power can be increased.

[0015] And when the flow rate of the fuel discharged from an ejector E2 reaches the maximum stream flow  $QE_2$ , a pressure control valve is opened again and supply of fuel is started from the 2nd fuel-supply means. Thereby, also in the field exceeding the maximum stream flow  $QE_2$  of an ejector E2, fuel can be supplied to a fuel cell by SUTOIKI property E2b (dotted-line E2b shown in drawing 1) which fills minimum SUTOIKI ST. Therefore, even if it is the case where minimum SUTOIKI ST requires bigger SUTOIKI ( $Q_4/Q_1$ ) from the bigger consumption flow  $Q_1$ , minimum SUTOIKI ST can be filled with arranging in parallel two or more ejectors with which pressure-flow characteristics differ, changing an ejector one by one with increase of the consumption flow  $Q_1$ , and supplying fuel. And since fuel can be supplied by the 2nd fuel-supply means after the supply flow rate of the fuel by the ejector is saturated, a fuel cell is [ the much more extensive output range ] controllable.

[0016] Furthermore, the fuel supply system of the fuel cell of this invention according to claim 3 is characterized by controlling the aforementioned change control according to the output of the aforementioned fuel cell. In the fuel supply system of the fuel cell of the above-mentioned composition, at least one of two or more of the ejectors is chosen, for example according to the load of a fuel cell.

[0017]

[Embodiments of the Invention] It explains referring to the fuel supply system \*\*\*\*\* accompanying drawing of the fuel cell concerning 1 operation gestalt of this invention hereafter. Drawing 2 is the block diagram of the fuel supply system 10 of the fuel cell concerning 1 operation gestalt of this invention, and drawing 3 is the sectional side elevation of an ejector 17. The fuel supply system 10 of the fuel cell by the gestalt of this operation It is carried in vehicles,

such as an electric vehicle. For example, a fuel cell 11 and the fuel-supply section 12, The humidification section 13, the oxidizer feed zone 14, the heat-exchange section 15, and the water separation section 16, It has an ejector 17, the fuel-supply lateral pressure control section 18, and the bypass lateral pressure control section 19, and is constituted, and especially, it has the humidification section 13, the water separation section 16, and an ejector 17, and recycle section 20A is constituted.

[0018] The fuel cell 11 consisted of a stack constituted by carrying out the laminating of two or more cells to the cell which put the solid-state polyelectrolyte film which consists for example, of solid-state polymer ion exchange membrane etc. from both sides with the anode and the cathode, and was formed, and is equipped with the hydrogen pole to which hydrogen is supplied as fuel, and the air pole to which the air which contains oxygen as an oxidizer is supplied. And air exhaust port 20b in which the air exhaust valve 21 for discharging outside air supply mouth 20a to which air is supplied from the oxidizer feed zone 14, and the air in an air pole was formed is prepared in the air pole. On the other hand, 20d of fuel exhaust ports for discharging outside fuel-supply mouth 20c to which hydrogen is supplied from the fuel-supply section 12, and the hydrogen in a fuel electrode is prepared in the fuel electrode.

[0019] After the humidification section 13 mixed the steam to the fuel supplied from the fuel-supply section 12 and humidified hydrogen, it was supplied to the fuel cell 11, and it has secured the ion conductivity of a solid-state molecule electrolyte film. the oxidizer feed zone 14 consists of an air compressor, and is controlled according to the load of a fuel cell 11, the input signal from an accelerator pedal (illustration abbreviation), etc. — having — \*\*\*\* — the heat-exchange section 15 — minding — the air pole of a fuel cell 11. — in addition, air is supplied to the fuel-supply lateral pressure control section 18 and the bypass lateral pressure control section 19 The heat-exchange section 15 warms the air from the oxidizer feed zone 14 to predetermined temperature, and supplies it to the fuel cell 11.

[0020] The fuel-supply lateral pressure control section 18 is formed in the passage which connects the fuel-supply section 12 and the humidification section 13, and the ejector 17 is formed in the passage which connects this fuel-supply lateral pressure control section 18 and the humidification section 13. Furthermore, the bypass passage 22 which bypasses an ejector 17 is established in the passage which connects the fuel-supply lateral pressure control section 18 and the humidification section 13, and the bypass lateral pressure control section 19 is formed in this bypass passage 22.

[0021] As shown in drawing 3, an ejector 17 is equipped with the fluid feed hopper 31, sub\*\*\*\*\* 32, the fluid exhaust pipe 33, a nozzle 34, and the sub\*\* room 35, and is constituted. The sub\*\* room 35 which consists of approximate circle pillar-like space is formed in Axis O and the same axle, sub\*\*\*\*\* 32 extended in the direction which intersects perpendicularly with this sub\*\* room 35 with Axis O is connected to the interior of main part of ejector 17a, opening of the end of sub\*\*\*\*\* 32 is carried out to it on the inner skin of the sub\*\* room 35, and opening of the other end is carried out to it on the superficies of main part of ejector 17a.

[0022] In the direction in alignment with the axis O of an ejector 17, the approximate circle tubed nozzle 34 has projected on Axis O and the same axle from on one internal surface of the sub\*\* room 35, and it is arranged so that the point of this nozzle 34 may approach the internal surface of another side of the sub\*\* room 35. The fluid feed hopper 31 which carried out opening on the superficies of main part of ejector 17a is formed in the end face section of a nozzle 34, and the nozzle 34 has the inner skin of the shape of a taper whose diameter was gradually reduced toward the point from the end face section. And on the internal surface of another side of the sub\*\* room 35, the end of the fluid exhaust pipe 33 which penetrates main part of ejector 17a along the direction of axis O is carrying out opening, and opening of the other end of the fluid exhaust pipe 33 is carried out on the superficies of main part of ejector 17a.

[0023] Fuel is supplied to the fluid feed hopper 31 of an ejector 17 from the fuel-supply section 12, and the eccrisis fuel discharged from 20d of fuel exhaust ports of a fuel cell 11 is introduced into it at sub\*\*\*\*\* 32. Here, it is accelerated in process in which a nozzle 34 is passed, and near [ which was emitted in the sub\*\* room 35 toward the fluid exhaust pipe 33 from the point

of a nozzle 34 / high-speed ] the fuel style, fuel supplied from the fluid feed hopper 31 is taken into the fluid exhaust pipe 33, as the eccrisis fuel introduced in the sub\*\* room 35 from sub\*\*\*\*\* 32 is drawn in the style of [ high-speed ] fuel. As negative pressure occurs in the sub\*\* room 35 and this negative pressure is compensated in connection with this, eccrisis fuel is attracted from sub\*\*\*\*\* 32.

[0024] The fuel and eccrisis fuel which were mixed with the ejector 17 are discharged from the fluid exhaust pipe 33, and are supplied to the humidification section 13. That is, the eccrisis fuel discharged from the fuel cell 11 is circulated through an ejector 17. In addition, the water separation section 16 is connected to 20d of fuel exhaust ports of a fuel cell 11, and the eccrisis fuel from which moisture was removed in this water separation section 16 is supplied to sub\*\*\*\*\* 32 of an ejector 17 through the check valve 23.

[0025] The fuel-supply lateral pressure control section 18 and the bypass lateral pressure control section 19 consisted of a proportionality pressure control valve of an air operated, made \*\*\*\*\* the pressure of the air supplied from the oxidizer feed zone 14, and the fuel which passed each pressure-control sections 18 and 19 has set the pressure which it has at the outlet of each pressure-control sections 18 and 19, i.e., a supply pressure, as a predetermined value. For example, at the fuel-supply lateral pressure control section 18, it is set as \*\*\*\*\*:supply-pressure =1:3, and by the bypass lateral pressure control section 19, in Pt and place constant-pressure #P, \*\*\*\*\* is set as \*\*\*\*\*:supply-pressure =Pt: (Pt+#P), as shown in the graphical representation of the valve-opening property which sets to 23kPa(s) and is shown in drawing 4.

[0026] The fuel supply system 10 of the fuel cell by the gestalt of this operation is explained having the above-mentioned composition, next referring to an accompanying drawing about operation of the fuel supply system 10 of this fuel cell. Drawing 5 is the graphical representation showing the relation between the molar flow rates Q1-Q5 of the hydrogen in the fuel supply system 10 of a fuel cell, and the output of a fuel cell 11. In addition, the ratio of the molar flow rate Q1 of the fuel supplied to below from the fuel-supply section 12, i.e., the hydrogen consumed by the fuel cell 11, and the molar flow rate Q4 of the hydrogen supplied to the fuel electrode of a fuel cell 11 is called SUTOIKI ( $Q4/Q1$ ). SUTOIKI ( $Q4/Q1$ ) (solid line shown in drawing 5 ( $Q4/Q1$ )) expresses that the capacity to circulate hydrogen is high, so that it is equal to the inverse number of the utilization factor of the hydrogen in a fuel cell 11 and SUTOIKI ( $Q4/Q1$ ) is large. And it is based on the loaded condition of the fuel cell 11 in the time of idle operation of vehicles etc., for example. Predetermined minimum SUTOIKI ST (\*\*\*\*\* ST shown in drawing 5) is set up. this minimum SUTOIKI ST For example, the flow rate of eccrisis fuel required in order to discharge outside the water generated the structure for circulating fuel inside a fuel cell 11, and inside the fuel cell 11, It is the inverse number of the predetermined threshold about the utilization factor of the fuel set up according to the property of the catalyst which constitutes a fuel cell 11, and a solid-state polyelectrolyte film etc.

[0027] First, the air of the proper pressure (\*\*\*\*\* Pt) set up, for example according to the load of a fuel cell 11, the control input of an accelerator pedal, etc. is supplied to the air pole, the fuel-supply lateral pressure control section 18, and the bypass lateral pressure control section 19 of a fuel cell 11 from the oxidizer feed zone 14. Then, the fuel-supply lateral pressure control section 18 supplies hydrogen by 3 times of \*\*\*\*\* Pt (for example, 100kPa(s)), i.e., supply-pressure  $Pse=3Pt$ , toward an ejector 17 and the bypass passage 22. On the other hand, to \*\*\*\*\* Pt and place constant-pressure #P (for example, 23kPa(s)), the bypass lateral pressure control section 19 of the bypass passage 22 is set up so that hydrogen may be supplied by supply-pressure  $Psb=(Pt+\#P)$ , and this supply pressure  $Psb$  (for example, 123kPa(s)) is set as the value smaller than the supply pressure  $Pse$  (for example, 300kPa(s)) of the hydrogen supplied from the fuel-supply lateral pressure control section 18.

[0028] Here, like the field beta 1 shown in drawing 5, the output of a fuel cell 11 is relatively small, and since there are few flow rates of the hydrogen which passes the nozzle 34 of an ejector 17 in the state with few flow rates of the hydrogen supplied to a fuel electrode, the pressure loss in a nozzle 34 is small. In this state, the outlet pressure of the hydrogen in the outlet of the fluid exhaust pipe 33 of an ejector 17 is larger than the supply pressure  $Pse$  of the hydrogen supplied from the fuel-supply lateral pressure control section 18, and the supply

pressure  $P_{sb}$  of the hydrogen set up by the bypass lateral pressure control section 19 practically equal. for this reason — for example, the bypass lateral pressure control section 19 which consists of a pressure control valve of an air operated is not opened, but the molar flow rate  $Q_3$  (dotted line  $Q_3$  shown in drawing 5) of the hydrogen supplied to a fuel cell 11 serves as zero from the bypass passage 22

[0029] On the other hand, if the output of a fuel cell 11 increases, since the amount of the hydrogen consumed by the fuel cell 11 will increase, the molar flow rate  $Q_1$  (one-point dashed line  $Q_1$  shown in drawing 5) of the hydrogen supplied from the fuel-supply section 12 increases, and the molar flow rate  $Q_2$  (solid line  $Q_2$  shown in drawing 5) of the hydrogen which passes the nozzle 34 of an ejector 17 also increases in connection with this. In this case, the pressure loss of hydrogen increases in the nozzle 34 of an ejector 17, the upward tendency of the molar flow rate  $Q_2$  of hydrogen which passes the nozzle 34 of an ejector 17 becomes loose, and the outlet pressure of the hydrogen in the outlet of the fluid exhaust pipe 33 of an ejector 17 approaches the so-called state of leveling off while falling gradually compared with the supply pressure  $P_{se}$  of the hydrogen supplied from the fuel-supply lateral pressure control section 18. In addition, the molar flow rate  $Q_1$  in the outlet section of the fuel-supply lateral pressure control section 18 of the hydrogen supplied from the fuel-supply section 12 is equal to the molar flow rate  $Q_1$  of the hydrogen consumed by the fuel cell 11.

[0030] And if the outlet pressure of the hydrogen in the outlet of the fluid exhaust pipe 33 of an ejector 17 turns into below the supply pressure  $P_{sb}$  (for example, 123kPa(s)) set up by the bypass lateral pressure control section 19, a molar flow rate  $Q_3$  will increase gradually like the field beta 2 which the bypass lateral pressure control section 19 is opened, for example, is shown in drawing 5, and hydrogen will come to be supplied to a fuel cell 11 from the bypass passage 22. In addition, although the timing which makes the bypass lateral pressure control section 19 open is set up when the variation of the pressure loss in the nozzle 34 of the time 17 of the augend of the molar flow rate  $Q_2$  of hydrogen which passes the nozzle 34 of an ejector 17 being saturated, i.e., an ejector, is saturated It is not limited to this but can adjust to proper timing by changing place constant-pressure #P of supply-pressure  $P_{sb} = (P_t + \#P)$  to the bypass lateral pressure control section 19.

[0031] As mentioned above, according to the fuel supply system 10 of the fuel cell by the gestalt of this operation, predetermined minimum SUTOIKI ST can be filled with the simple composition which has arranged the ejector 17 and the bypass lateral pressure control section 19 in parallel to the extensive output range ranging from the low-power output field to a high power field of a fuel cell. And the fuel-supply lateral pressure control section 18 and the bypass lateral pressure control section 19 By being controlled by the air supplied from the air compressor, which makes the oxidizer feed zone 14 Predetermined [ which is needed between the fuel electrode of a fuel cell 11 and an air pole ] without being able to come, being able to control a SUTOIKI property, for example, needing electric control etc., controlling a between pressure very much, only by mechanical control A fuel cell 11 can be controlled [ the extensive output range ] easily, and it becomes possible to prevent complicating equipment and to \*\* it to curtailment of the manufacture costs of equipment.

[0032] In addition, in this operation gestalt mentioned above, although one ejector 17 and bypass lateral pressure control section 19 are arranged in parallel, two or more ejectors with which it is not limited to this, for example, the diameters of a nozzle differ, and the bypass lateral pressure control section 19 may be arranged in parallel. Below, it explains, referring to an accompanying drawing about the fuel supply system 40 of the fuel cell concerning the modification of this operation gestalt. Drawing 6 is the block diagram of the fuel supply system 40 of the fuel cell concerning the modification of this operation gestalt. in addition, the same sign is allotted to the same portion as the gestalt of operation mentioned above, and simple in explanation — or it omits

[0033] Tee 22a to the bypass passage 22 prepared in the middle of the passage which faces to an ejector 17 (it is called the 1st ejector 17 to below) from the fuel-supply lateral pressure control section 18, In the passage which connects the 1st ejector 17, the method valve 41 of three is formed, the bypass passage 42 for the 2nd ejector which bypasses the 1st ejector 17 is



connected to this method valve 41 of three, and this bypass passage 42 for the 2nd ejector is equipped with the 2nd ejector 43. The method valve 41 of three changes the supply place of fuel from the 1st ejector 17 to the 2nd ejector 43, when the flow rate of the fuel supplied from the fuel-supply lateral pressure control section 18 turns into a predetermined flow rate. The 2nd ejector 43 is equipped with the same composition as the 1st ejector 17, and the nozzle 34 of the 2nd ejector 43 has the bigger bore than the 1st ejector 17. That is, the maximum stream flow of the 2nd ejector 43 is set up more greatly than the maximum stream flow of the 1st ejector 17. And the hydrogen from which it was discharged [ hydrogen ] from 20d of fuel exhaust ports of a fuel cell 11, and moisture was removed in the water separation section 16 is supplied to sub\*\*\*\*\* 32 of the 2nd ejector 43 through the check valve 23. That is, in addition to the humidification section 13, the water separation section 16, and the 1st ejector 17, recycle section 40A is equipped with the 2nd ejector 43 and the method valve 41 of three, and is constituted.

[0034] Next, it explains, referring to an accompanying drawing about operation of the fuel supply system 40 of this fuel cell. Drawing 7 is the graphical representation showing the relation between the molar flow rates  $Q_2$  and  $Q_3$  of the hydrogen in the fuel supply system 40 of a fuel cell, and the output of a fuel cell 11. In addition, SUTOIKI ( $Q_4/Q_1$ ) by minimum SUTOIKI ST 2 (\*\*\*\*\* ST 2 shown in drawing 7) set as below according to the loaded condition of a fuel cell 11 is set as the bigger value than SUTOIKI ( $Q_4/Q_1$ ) by minimum SUTOIKI ST concerning the gestalt of operation mentioned above (the one-point dashed line ST shown in drawing 7).

[0035] First, the air of the proper pressure (\*\*\*\*\* Pt) set up, for example according to the load of a fuel cell 11, the control input of an accelerator pedal, etc. is supplied to the air pole, the fuel-supply lateral pressure control section 18, and the bypass lateral pressure control section 19 of a fuel cell 11 from the oxidizer feed zone 14. Then, the fuel-supply lateral pressure control section 18 supplies hydrogen by 3 times of \*\*\*\*\* Pt (for example, 100kPa(s)), i.e., supply-pressure  $P_{se}=3Pt$ , toward the method valve 41 of three, and the bypass passage 22. On the other hand, to \*\*\*\*\* Pt and place constant-pressure #P (for example, 23kPa(s)), the bypass lateral pressure control section 19 of the bypass passage 22 is set up so that hydrogen may be supplied by supply-pressure  $P_{sb}=(Pt+\#P)$ , and this supply pressure  $P_{sb}$  (for example, 123kPa(s)) is set as the value smaller than the supply pressure  $P_{se}$  (for example, 300kPa(s)) of the hydrogen supplied from the fuel-supply lateral pressure control section 18.

[0036] Here, like the field gamma 1 shown in drawing 7, the output of a fuel cell 11 is relatively small, and the hydrogen supplied from the fuel-supply lateral pressure control section 18 is supplied to the 1st ejector 17 through the method valve 41 of three in the state with few flow rates of the hydrogen supplied to a fuel electrode. In this state, since there are few flow rates of the hydrogen which passes the nozzle 34 of the 1st ejector 17, the pressure loss in a nozzle 34 is small, and the outlet pressure of the hydrogen in the outlet of the fluid exhaust pipe 33 of an ejector 17 is larger than the supply pressure  $P_{se}$  of the hydrogen supplied from the fuel-supply lateral pressure control section 18, and the supply pressure  $P_{sb}$  of the hydrogen set up by the bypass lateral pressure control section 19 practically equal. For this reason, the bypass lateral pressure control section 19 is not opened, but the molar flow rate  $Q_3$  (dotted line  $Q_3$  shown in drawing 7) of the hydrogen supplied to a fuel cell 11 from the bypass passage 22 is zero, and SUTOIKI ( $Q_4/Q_1$ ) is determined by the SUTOIKI property E1 (dashed line E1 shown in drawing 7) of the 1st ejector 17.

[0037] On the other hand, if the output of a fuel cell 11, i.e., the amount of the hydrogen consumed by the fuel cell 11, increases, although the molar flow rate  $Q_2$  (solid line  $Q_2$  shown in drawing 7) of the hydrogen which passes the nozzle 34 of the 1st ejector 17 will also increase, this upward tendency becomes loose gradually and approaches the so-called state of leveling off. And the method valve 41 of three changes the supply place of the hydrogen which flows from the fuel-supply lateral pressure control section 18 to the 2nd ejector 43 from the 1st ejector 17 to the predetermined timing (point gamma 2 shown in drawing 7) before the molar flow rate  $Q_2$  to the 1st ejector 17 reaching the maximum stream flow and saturating it.

[0038] Since the maximum stream flow is greatly set up rather than the 1st ejector 17, according to increase of the output of a fuel cell 11, the molar flow rate  $Q_2$  (solid line  $Q_2$  shown in drawing

7) of the hydrogen which passes the nozzle 34 of the 2nd ejector 43 increases the 2nd ejector 43 gradually like the field gamma 3 shown in drawing 7. In addition, SUTOIKI (Q4/Q1) by the SUTOIKI property E2 (dashed line E2 shown in drawing 7) of the 2nd ejector 43 becomes larger than SUTOIKI (Q4/Q1) by minimum SUTOIKI ST 2, and in case the supply place of hydrogen is changed from the 1st ejector 17 to the 2nd ejector 43 by the method valve 41 of three, it is set up by it as minimum SUTOIKI ST 2 is filled.

[0039] And in connection with the molar flow rate Q2 of the hydrogen which passes the nozzle 34 of the 2nd ejector 43 increasing, the pressure loss of hydrogen increases in the nozzle 34 of the 2nd ejector 43. If the outlet pressure of the hydrogen in the outlet of the fluid exhaust pipe 33 of the 2nd ejector 43 turns into below the supply pressure  $P_{sb}$  (for example, 123kPa(s)) set up by the bypass lateral pressure control section 19. Like the field gamma 4 which the bypass lateral pressure control section 19 is opened, for example, is shown in drawing 7, a molar flow rate Q3 increases gradually, and hydrogen comes to be supplied to a fuel cell 11 from the bypass passage 22.

[0040] As mentioned above, according to the fuel supply system 40 of the fuel cell concerning the modification of this operation gestalt. Even if it is the case where the SUTOIKI property demanded is changed suitably, the plurality 17 and 43 from which pressure-flow characteristics differ, for example, the 1st and 2nd two ejectors, with the simple composition arranged in parallel. It can respond easily one by one with increase of the consumption flow Q 1 of fuel by changing from the 1st ejector 17 to the 2nd ejector 43, and supplying fuel.

[0041] In addition, in this operation gestalt mentioned above, although [ the fuel-supply lateral pressure control section 18 and the bypass lateral pressure control section 19 ] it consists of a proportionality pressure control valve of an air operated, it may not be limited to this but you may be other pressure control valves. Moreover, in this operation gestalt mentioned above, although the supply place of hydrogen is changed by the method valve 41 of three, it may not be limited to this but you may be other control valves.

[0042] In addition, in this operation form mentioned above, although predetermined minimum SUTOIKI ST is set up on the basis of the loaded condition of the fuel cell 11 in the time of idle operation of vehicles etc., it may not be limited to this but minimum SUTOIKI ST may be set up on the basis of the loaded condition of others at the time of low-power output operation of a fuel cell 11.

[0043] In this operation form mentioned above, moreover, the timing to which the supply place of hydrogen is changed from the 1st ejector 17 to the 2nd ejector 43 by the method valve 41 of three. Rather than the molar flow rate Q2 to the 1st ejector 17 reaches the maximum stream flow and is saturated, although it is before and is in the state where SUTOIKI (Q4/Q1) by the SUTOIKI property E2 of the 2nd ejector 43 is larger than SUTOIKI (Q4/Q1) by minimum SUTOIKI ST. As it was not limited to this, for example, was shown in drawing 1; when the 1st ejector 17 (for example, ejector E1 shown drawing 1) reaches the maximum stream flow (for example, maximum stream flow QE1 shown in drawing 1) and is saturated SUTOIKI (Q4/Q1) by the SUTOIKI property E2 of the 2nd ejector 43 (for example, ejector E2 shown drawing 1) may be smaller than SUTOIKI (Q4/Q1) by minimum SUTOIKI ST. In this case, when judged with the flow rate which passes the 1st ejector 17 having been saturated. That what is necessary is to just be set up so that the bypass lateral pressure control section 19 may open and fuel may be supplied to a fuel cell 11 from the bypass passage 22. Furthermore, SUTOIKI (Q4/Q1) by the SUTOIKI property of the 2nd ejector 43. When it becomes equal to SUTOIKI (Q4/Q1) by SUTOIKI property E1b (dotted-line E1b shown in drawing 1) by the combination of an ejector E1 and the bypass lateral pressure control section 19 (the position alpha shown in drawing 1). By the method valve 41 of three, you may change the supply place of fuel from the 1st ejector 17 to the 2nd ejector 43.

[0044]

[Effect of the Invention] As explained above, according to the fuel supply system of the fuel cell of this invention according to claim 1. Even if it is the case where the flow rate of the fuel which passes a fuel circulation means reached the maximum stream flow, and is saturated. Fuel can be supplied to a fuel cell through the 2nd fuel-supply means which bypasses this fuel circulation.



means, a fuel circulation means and the 2nd fuel-supply means with the simple composition arranged in parallel. For example, according to the fuel supply system of the fuel cell of this invention according to claim 2, to the part which can control a fuel cell only by mechanical control [the extensive output range] easily, without needing electric control etc. Even if it is the case where the predetermined property demanded is changed concerning the property over the consumption flow rate of the fuel consumed by the fuel cell (consumption flow rate of the fuel/fuel supplied to the fuel cell), it can respond easily by changing an ejector and supplying fuel. Furthermore, according to the fuel supply system of the fuel cell of this invention according to claim 3, according to the output of a fuel cell, change control of an ejector can be performed appropriately.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the graphical representation showing the change of the ratio (SUTOIKI ( $Q_4/Q_1$ )) of the flow  $Q_4$  of the fuel supplied to a fuel cell to the flow  $Q_1$  of the fuel consumed by the fuel cell of this invention.

[Drawing 2] It is the block diagram of the fuel supply system of the fuel cell concerning 1 operation gestalt of this invention.

[Drawing 3] It is the sectional side elevation of the ejector shown in drawing 2.

[Drawing 4] It is the graphical representation of the valve-opening property of a bypass lateral pressure control section shown in drawing 2.

[Drawing 5] It is the graphical representation showing the relation between the molar flow rate of the fuel in the fuel supply system of the fuel cell shown in drawing 2, and the output of a fuel cell.

[Drawing 6] It is the block diagram showing the modification of the fuel supply system of the fuel cell of this operation gestalt shown in drawing 2.

[Drawing 7] It is the graphical representation showing the relation between the molar flow rate of the fuel in the fuel supply system of the fuel cell concerning the modification of this operation gestalt shown in drawing 6, and the output of a fuel cell.

[Description of Notations]

10 40 Fuel supply system of a fuel cell

11 Fuel Cell (Fuel Cell)

14 Oxidizer Feed Zone (Oxidizer Supply Means)

17 (The 1st) Ejector (Fuel Circulation Means)

18 Fuel-Supply Lateral Pressure Control Section (1st Fuel-Supply Means)

19 Bypass Lateral Pressure Control Section (2nd Fuel-Supply Means)

43 2nd Ejector (Fuel Circulation Means)

---

[Translation done.]

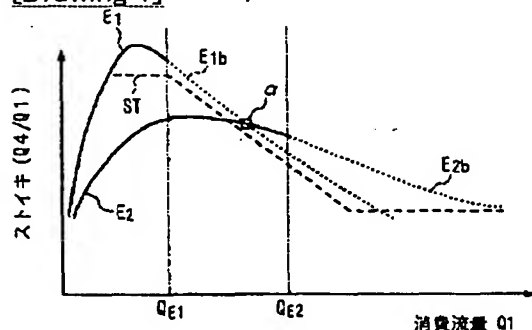
## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

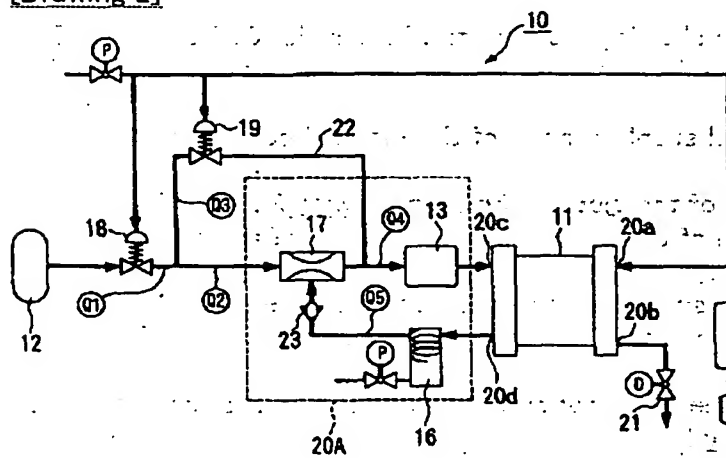
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

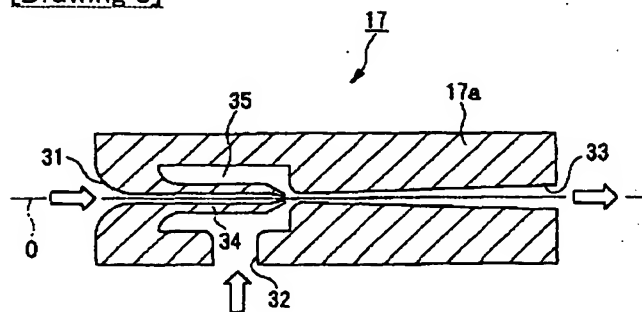
[Drawing 1]



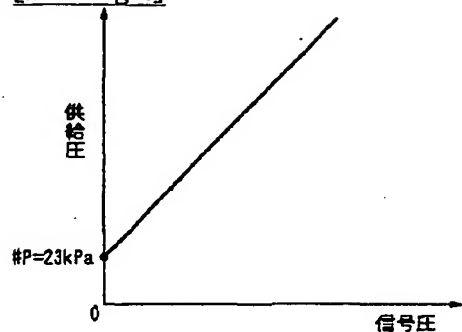
[Drawing 2]



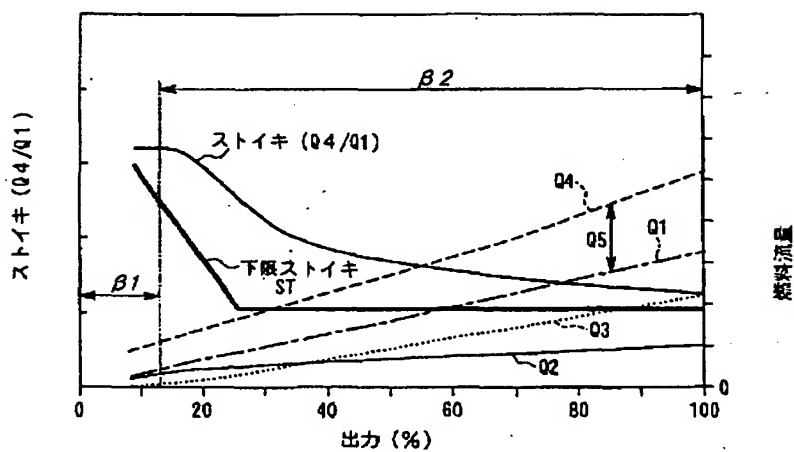
[Drawing 3]



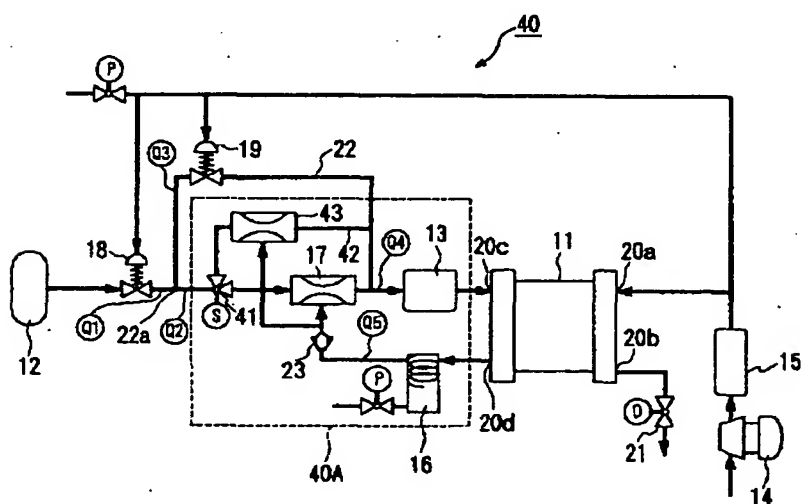
[Drawing 4]



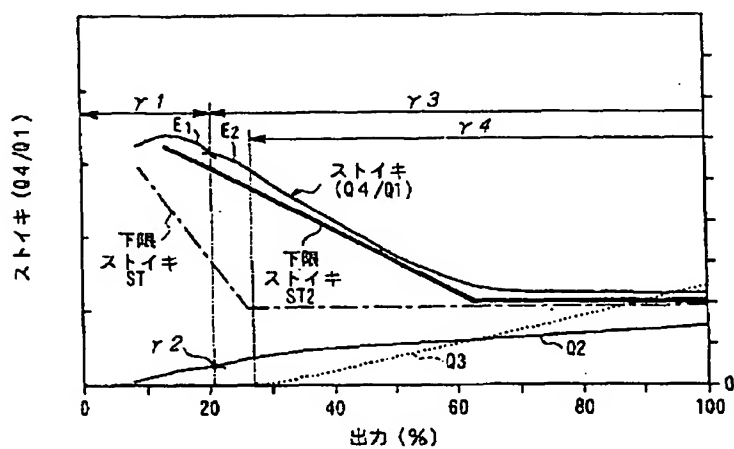
[Drawing 5]



[Drawing 6]



[Drawing 7]



[Translation done.]

使用後返却願います

特開平13-266922

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-266922

(P2001-266922A)

(43) 公開日 平成13年9月28日 (2001.9.28)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テマート\* (参考)

H 0 1 M 8/06

H 0 1 M 8/06

B 3 H 0 7 9

F 0 4 F 5/18

F 0 4 F 5/18

5 H 0 2 6

H 0 1 M 8/04

H 0 1 M 8/04

P 5 H 0 2 7

A

8/10

8/10

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願2000-85291 (P2000-85291)

(22) 出願日

平成12年3月24日 (2000.3.24)

(71) 出願人 000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(72) 発明者 菅原 竜也

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会

社本田技術研究所内

(72) 発明者 小林 知樹

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会

社本田技術研究所内

(74) 代理人 100064908

弁理士 志賀 正武 (外5名)

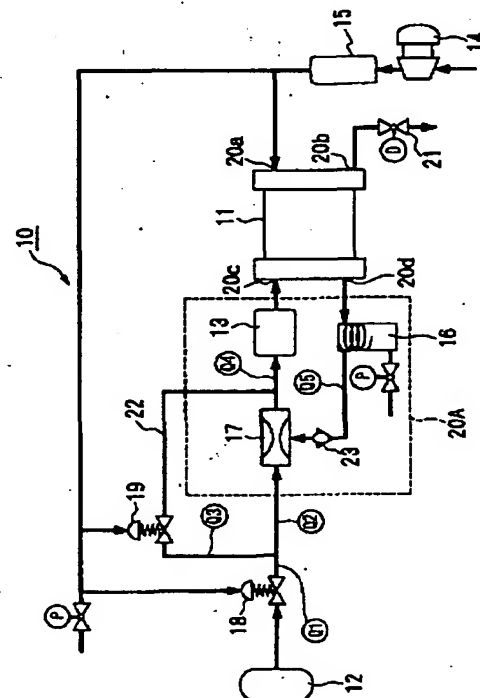
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池の燃料供給装置

(57) 【要約】

【課題】 単純な構成で、容易に、広範な出力範囲の制御を行う。

【解決手段】 燃料電池の燃料供給装置 10 を、燃料電池 11 と、燃料供給部 12 と、酸化剤供給部 14 と、エゼクタ 17 と、燃料供給側圧力制御部 18 と、バイパス側圧力制御部 19 とを備えて構成した。燃料供給部 12 と加湿部 13 との間に燃料供給側圧力制御部 18 を設け、燃料供給側圧力制御部 18 と加湿部 13 との間にエゼクタ 17 を設けた。燃料供給側圧力制御部 18 と加湿部 13 とを接続する流路に、エゼクタ 17 を迂回するバイパス流路 22 を設け、バイパス流路 22 にはバイパス側圧力制御部 19 を設けた。エゼクタ 17 の出口での水素の出口圧が、バイパス側圧力制御部 19 で設定された供給圧以下になると、バイパス側圧力制御部 19 を開弁して、バイパス流路 22 から燃料電池 11 へ水素を供給する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 燃料電池に酸化剤を供給する酸化剤供給手段と、前記酸化剤の圧力に応じた圧力で、燃料を前記燃料電池に供給する第1の燃料供給手段と、前記第1の燃料供給手段から供給された前記燃料のうち前記燃料電池から排出された排出燃料を、新たに前記第1の燃料供給手段から供給された前記燃料に混合して前記燃料電池へ再循環させる燃料循環手段と、前記燃料循環手段と並列に設けられ、前記酸化剤の圧力に応じた供給圧力で、前記燃料を前記燃料電池に供給する第2の燃料供給手段とを備え、前記第2の燃料供給手段は、前記燃料の圧力に関して、前記第1の燃料供給手段の出口圧と前記第2の燃料供給手段の出口圧との圧力差が、所定の圧力閾値を超えた場合に、前記燃料を前記燃料電池に供給することを特徴とする燃料電池の燃料供給装置。

【請求項2】 前記燃料循環手段は、前記燃料電池で消費された前記燃料の消費流量に対する（前記燃料電池に供給された前記燃料／前記燃料の消費流量）特性が異なる複数のエゼクタが並列に配置されてなり、前記複数のエゼクタの少なくとも1つが選択されて切替制御されることを特徴とする請求項1に記載の燃料電池の燃料供給装置。

【請求項3】 前記切替制御は前記燃料電池の出力に応じて制御されることを特徴とする請求項2に記載の燃料電池の燃料供給装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、燃料電池から排出される排出燃料を、新たに供給される燃料と混合して燃料電池に再循環させる燃料電池の燃料供給装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、固体高分子膜型燃料電池は、固体高分子電解質膜をアノードとカソードとで両側から挟み込んで形成されたセルに対し、複数のセルを積層して構成されたスタック（以下において燃料電池と呼ぶ）を備えており、アノードに燃料として水素が供給され、カソードに酸化剤として空気が供給されて、アノードで触媒反応により発生した水素イオンが、固体高分子電解質膜を通過してカソードまで移動して、カソードで酸素と電気化学反応を起こして発電するようになっている。ここで、固体分子電解質膜のイオン導電性を保つために、燃料電池に供給される水素には加湿装置等によって過剰の水が混合されている。このため、燃料電池の電極内のガス流路に水が溜まって、このガス流路が塞がれることがないように、排出燃料には所定の排出流量が設定されている。この際、排出燃料を、新たに燃料電池に導入される燃料に混合して再循環させることで、燃料を有効に活用することができ、固体高分子膜型燃料電池のエネルギー

効率を向上させることができる。

【0003】従来、上述したような燃料電池装置として、例えば特開平9-213353号公報に開示された燃料電池装置のように、エゼクタによって排出燃料を再循環させる燃料電池装置が知られている。この燃料電池装置では、排出燃料の再循環用の流路に圧力計が組み込まれており、この圧力計による検出結果に基づいて、エゼクタの燃料供給弁の開度が調節制御され、エゼクタにより混合された排出燃料及び新たに導入された燃料の流量が変化させられている。そして、エゼクタの下流に設けられた流量計による検出結果に基づいて、排出燃料及び新たに導入された燃料の流量に対するフィードバック制御が行われることで、燃料電池にて消費される燃料の量、つまり燃料電池装置の出力が制御されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来技術の一例による燃料電池装置のように、例えば可変オリフィス等によって流量可変とされたエゼクタを備えた場合、例えば燃料電池装置内の複数箇所の流路で燃料の圧力及び流量を検出してフィードバック制御を行う必要があり、燃料電池装置の構造及び制御が複雑化してしまうという問題がある。本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、単純な構成で広範な出力範囲に対応することができ、しかも容易に制御可能な燃料電池の燃料供給装置を提供することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決して係る目的を達成するために、請求項1に記載の本発明の燃料電池の燃料供給装置は、燃料電池（例えば、後述する実施の形態における燃料電池11）に酸化剤（例えば、後述する実施の形態における空気）を供給する酸化剤供給手段（例えば、後述する実施の形態における酸化剤供給部14）と、前記酸化剤の圧力（例えば、後述する実施の形態における信号圧）に応じた圧力（例えば、後述する実施の形態における供給圧）で、燃料（例えば、後述する実施の形態における水素）を前記燃料電池に供給する第1の燃料供給手段（例えば、後述する実施の形態における燃料供給側圧力制御部18）と、前記第1の燃料供給手段から供給された前記燃料のうち前記燃料電池から排出された排出燃料を、新たに前記第1の燃料供給手段から供給された前記燃料に混合して前記燃料電池へ再循環させる燃料循環手段（例えば、後述する実施の形態における（第1）エゼクタ17、第2エゼクタ43）と、前記燃料循環手段と並列に設けられ、前記酸化剤の圧力に応じた供給圧力（例えば、後述する実施の形態における供給圧）で、前記燃料を前記燃料電池に供給する第2の燃料供給手段（例えば、後述する実施の形態におけるバイパス側圧力制御部19）とを備え、前記第2の燃料供給手段は、前記燃料の圧力に関して、前記第1の燃料供給手段の出口圧と前記第2の燃料供給手段の出口

圧との圧力差が、所定の圧力閾値（例えば、後述する実施の形態における（供給圧  $P_{se}$  - 供給圧  $P_{sb}$ ））を超えた場合に、前記燃料を前記燃料電池に供給することを特徴としている。

【0006】上記構成の燃料電池の燃料供給装置によれば、例えば圧力制御弁等からなる第1の燃料供給手段によって所定の供給圧で燃料が供給される際に、燃料循環手段を通過する燃料の流量が、最大流量に達して飽和した場合であっても、この燃料循環手段を迂回するようにして並列に配置された、例えば圧力制御弁等からなる第2の燃料供給手段を介して燃料電池に燃料を供給することができる。例えば図1に示す燃料電池で消費される燃料の流量  $Q_1$  に対する、燃料電池に供給される燃料の流量  $Q_4$  の比（以下において、ストイキ（ $Q_4/Q_1$ ）と呼ぶ）の変化を示すグラフ図のように、第1の燃料供給手段から供給された燃料が通過する燃料循環手段、例えばエゼクタのノズルに関して、相対的にノズル径の小さなエゼクタE1（図1に示す実線E1）と、相対的にノズル径の大きなエゼクタE2（図1に示す実線E2）とに対して、所定の圧力で各エゼクタE1、E2に燃料が供給されると、エゼクタE1に対するストイキ（ $Q_4/Q_1$ ）は、エゼクタE2に対するストイキ（ $Q_4/Q_1$ ）よりも大きくなるが、エゼクタE1での最大流量  $Q_{E1}$  は、エゼクタE2での最大流量  $Q_{E2}$  よりも小さくなる。すなわちエゼクタのノズル径、つまりノズルの断面積が小さくなって燃料の流量が少なくなると、ストイキ（ $Q_4/Q_1$ ）は大きくなって燃料を循環させる能力は高くなるが、エゼクタを通過可能な燃料の最大流量は低下する。

【0007】ところで、燃料電池には、例えば内部に燃料を流通させるための構造や、例えば内部で生成された水を外部に排出するために必要な排出燃料の流量や、燃料電池を構成する触媒及び固体高分子電解質膜の特性等に応じて、供給される燃料に対する利用率に関して所定の閾値が設定されており、この燃料の利用率はストイキ（ $Q_4/Q_1$ ）の逆数に等しい。例えば、燃料電池に供給される燃料の利用率を、所定の閾値を超えて高くすると、燃料の供給口近傍と、排出口近傍とで、燃料の密度変化が大きくなり、燃料電池を構成する各セルの表面上において出力密度の分布が不均一となる。ここで、燃料からの水素イオンが固体高分子電解質膜を透過する際の損失によって発熱が生じるため、各セルにおいて発熱分布が不均一となり、例えば燃料電池の寿命等を予測することが困難となって、燃料電池の性能を維持することができなくなる恐れがある。なお、各燃料電池に対して設定された燃料の利用率の閾値、つまり燃料電池の負荷に応じて設定された所定の下限ストイキST（例えば図1に示す破線ST）に関して、消費された燃料の流量  $Q_1$  が小さい、つまり燃料電池の出力が低い低出力時には、例えば燃料電池の内部から水を排出するために、相対的

に大きな排出流量が必要である。

【0008】従って、例えば図1に示すエゼクタE1のように、燃料電池の低出力側（低負荷領域）で下限ストイキSTを満たすように、相対的にノズル径の小さなエゼクタE1を用いてストイキ（ $Q_4/Q_1$ ）を増大させた際に、エゼクタE1にて混合されて燃料電池へ供給される排出燃料及び新たに導入された燃料の流量が、最大流量  $Q_{E1}$  に到達した時点で、このエゼクタE1を迂回するようにして並列に配置された第2の燃料供給手段、例えば圧力制御弁を開弁して燃料電池へ燃料の供給を開始する。これにより、エゼクタE1の最大流量  $Q_{E1}$  で制限されること無しに、高出力側の広範な領域においても、下限ストイキSTを満たすストイキ特性E1b（図1に示す点線E1b）により、燃料電池に燃料を供給することができる。

【0009】例えば、電気自動車等の車両に搭載された燃料電池に対して、車両のアイドル運転時に要求される下限ストイキSTを満たすように、例えばエゼクタのノズル径を細くする等によって、燃料電池の低出力時には、エゼクタでの副流吸引力、つまり排出燃料を再循環させる能力を確保して、ストイキ（ $Q_4/Q_1$ ）が大きな値となるように設定する。一方、エゼクタのノズル径を細くすることに起因して、燃料電池の高出力側で不足する流量分については、第2の燃料供給手段から燃料を供給することによって補うことができ、低出力側から高出力側への広範な出力範囲に亘って、容易に燃料電池を制御することができる。

【0010】さらに、エゼクタを通過する燃料の流量が増大することに伴って、エゼクタの両端における圧力損失は徐々に飽和した状態へと移行して、エゼクタの最大流量に達した時点で圧力損失は飽和値となる。この飽和値を、例えば、所定の圧力閾値として設定することで、エゼクタから燃料電池へ供給される燃料の流量が飽和した後は、直ちに第2の燃料供給手段から燃料の供給を行うことができ、要求されるストイキ特性を確実に満たすようにして燃料電池を制御することができる。

【0011】しかも、酸化剤供給手段として例えばエアーコンプレッサーを用い、圧力制御手段として例えば空気式の比例圧力制御弁を使用して、エアーコンプレッサーからの空気を、酸化剤として燃料電池へ供給すると共に、第1及び第2の燃料供給手段の比例圧力制御弁へ供給することで、空気の圧力を信号圧として、この信号圧に応じた供給圧で第1及び第2の燃料供給手段の比例圧力制御弁から燃料を供給することができる。これにより、燃料電池に対する燃料供給を、酸化剤である空気の圧力のみによって容易に制御することができる。すなわち、燃料電池の燃料極と空気極との間で必要とされる所定の極間圧力を制御しながら、これと同時に、第1及び第2の燃料供給手段を制御することができ、エゼクタと比例圧力制御弁等とを並列に配置しただけの単純な構成

で、例えば電氣的な制御等を必要とせず機械的な制御のみで、容易に広範な出力範囲に亘って燃料電池を制御することができる

【0012】さらに、請求項2に記載の本発明の燃料電池の燃料供給装置は、前記燃料循環手段は、前記燃料電池で消費された前記燃料の消費流量（例えば、後述する実施の形態におけるモル流量 $Q_1$ ）に対する（前記燃料電池に供給された前記燃料／前記燃料の消費流量）特性（例えば、後述する実施の形態におけるストイキ（ $Q_4/Q_1$ ））が異なる（例えば、後述する実施の形態におけるストイキ特性 $E_1$ 、 $E_2$ ）複数のエゼクタ（例えば、後述する実施の形態における（第1）エゼクタ17、第2エゼクタ43）が並列に配置されてなり、前記複数のエゼクタの少なくとも1つが選択されて切替制御されることを特徴としている。

【0013】上記構成の燃料電池の燃料供給装置によれば、例えば図1に示すように、燃料電池の低出力側（低負荷領域）では、相対的に大きな下限ストイキ $ST$ を満たすように、例えばノズル径の小さなエゼクタ $E_1$ を用いてストイキ（ $Q_4/Q_1$ ）を増大させておき、エゼクタ $E_1$ から排出される燃料の流量が最大流量 $Q_{E1}$ に到達した時点で、このエゼクタ $E_1$ を迂回するようにして並列に配置された第2の燃料供給手段、例えば圧力制御弁を開弁して燃料の供給を開始するように設定する。これにより、エゼクタ $E_1$ の最大流量 $Q_{E1}$ を超える領域においても、下限ストイキ $ST$ を満たすストイキ特性 $E_1b$ （図1に示す点線 $E_1b$ ）により、燃料電池に燃料を供給することができる。

【0014】さらに、例えばエゼクタ $E_1$ よりも相対的にノズル径が大きなエゼクタ $E_2$ が、エゼクタ $E_1$ を迂回するようにして並列に配置されており、このエゼクタ $E_2$ のストイキ特性（図1に示す実線 $E_2$ ）が、エゼクタ $E_1$ と第1の燃料供給手段との組み合わせによるストイキ特性 $E_1b$ に等しくなった位置（図1に示す位置 $\alpha$ ）で、例えば3方弁等によって、エゼクタ $E_1$ への燃料供給を停止して、エゼクタ $E_2$ へ燃料供給を行うように設定する。これにより、エゼクタ $E_1$ と第1の燃料供給手段との組み合わせによるストイキ特性 $E_1b$ に比べて、高出力側の領域におけるストイキ（ $Q_4/Q_1$ ）を増大させることができる。

【0015】そして、エゼクタ $E_2$ から排出される燃料の流量が最大流量 $Q_{E2}$ に到達した時点で、再び圧力制御弁を開弁して、第2の燃料供給手段から燃料の供給を開始する。これにより、エゼクタ $E_2$ の最大流量 $Q_{E2}$ を超える領域においても、下限ストイキ $ST$ を満たすストイキ特性 $E_2b$ （図1に示す点線 $E_2b$ ）により、燃料電池に燃料を供給することができる。従って、下限ストイキ $ST$ が、例えば、より大きな消費流量 $Q_1$ に対して、より大きなストイキ（ $Q_4/Q_1$ ）を要求する場合であっても、圧力流量特性の異なる複数のエゼクタを並列に

配置して、消費流量 $Q_1$ の増大に伴って順次、エゼクタを切り替えて燃料を供給することで、下限ストイキ $ST$ を満たすことができる。しかも、エゼクタによる燃料の供給流量が飽和した後は、第2の燃料供給手段により燃料を供給することができるため、より一層、広範な出力範囲に亘って燃料電池を制御することができる。

【0016】さらに、請求項3に記載の本発明の燃料電池の燃料供給装置は、前記切替制御は前記燃料電池の出力に応じて制御されることを特徴としている。上記構成の燃料電池の燃料供給装置では、例えば燃料電池の負荷に応じて、複数のエゼクタの少なくとも1つを選択する。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態に係る燃料電池の燃料供給装置について添付図面を参照しながら説明する。図2は本発明の一実施形態に係る燃料電池の燃料供給装置10の構成図であり、図3はエゼクタ17の側断面図である。本実施の形態による燃料電池の燃料供給装置10は、例えば電気自動車等の車両に搭載されており、燃料電池11と、燃料供給部12と、加湿部13と、酸化剤供給部14と、熱交換部15と、水分離部16と、エゼクタ17と、燃料供給側圧力制御部18と、バイパス側圧力制御部19とを備えて構成されており、特に、加湿部13及び水分離部16及びエゼクタ17を備えて再循環部20Aが構成されている。

【0018】燃料電池11は、例えば固体ポリマーイオン交換膜等からなる固体高分子電解質膜をアノードとカソードとで両側から挟み込んで形成されたセルに対し、複数のセルを積層して構成されたスタックからなり、燃料として例えば水素が供給される水素極と、酸化剤として例えば酸素を含む空気が供給される空気極とを備えている。そして、空気極には、酸化剤供給部14から空気が供給される空気供給口20aと、空気極内の空気を外部に排出するための空気排出弁21が設けられた空気排出口20bが設けられている。一方、燃料極には、燃料供給部12から水素が供給される燃料供給口20cと、燃料極内の水素を外部に排出するための燃料排出口20dが設けられている。

【0019】加湿部13は、燃料供給部12から供給される燃料に水蒸気を混合して水素を加湿してから燃料電池11へと供給し、固体分子電解質膜のイオン導電性を確保している。酸化剤供給部14は、例えばエアーコンプレッサーからなり、燃料電池11の負荷やアクセルペダル（図示略）からの入力信号等に応じて制御されており、熱交換部15を介して、燃料電池11の空気極に加えて、燃料供給側圧力制御部18及びバイパス側圧力制御部19に空気を供給している。熱交換部15は、酸化剤供給部14からの空気を所定の温度に加熱して、燃料電池11へと供給している。

【0020】燃料供給部12と加湿部13とを接続する



流路には、燃料供給側圧力制御部 18 が設けられ、この燃料供給側圧力制御部 18 と加湿部 13 とを接続する流路には、エゼクタ 17 が設けられている。さらに、燃料供給側圧力制御部 18 と加湿部 13 とを接続する流路には、エゼクタ 17 を迂回するバイパス流路 22 が設けられており、このバイパス流路 22 にはバイパス側圧力制御部 19 が設けられている。

【0021】図 3 に示すように、エゼクタ 17 は、例えば、流体供給口 31 と、副流導入管 32 と、流体排出管 33 と、ノズル 34 と、副流室 35 とを備えて構成されている。エゼクタ本体 17a の内部には、例えば軸線 O と同軸に略円柱状の空間からなる副流室 35 が形成されており、この副流室 35 には軸線 O と直交する方向に伸びる副流導入管 32 が接続されており、副流導入管 32 の一端は副流室 35 の内周面上で開口して、他端はエゼクタ本体 17a の外面上で開口している。

【0022】エゼクタ 17 の軸線 O に沿った方向において、副流室 35 の一方の内壁面上から略円筒状のノズル 34 が軸線 O と同軸に突出しており、このノズル 34 の先端部が副流室 35 の他方の内壁面に近接するように配置されている。ノズル 34 の基端部には、エゼクタ本体 17a の外面上で開口した流体供給口 31 が設けられ、ノズル 34 は基端部から先端部に向かい漸次縮径したテーパ状の内周面を有している。そして、副流室 35 の他方の内壁面上には、軸線 O 方向に沿ってエゼクタ本体 17a を貫通する流体排出管 33 の一端が開口しており、流体排出管 33 の他端はエゼクタ本体 17a の外面上で開口している。

【0023】エゼクタ 17 の流体供給口 31 には、燃料供給部 12 から燃料が供給されており、副流導入管 32 には燃料電池 11 の燃料排出口 20d から排出された排出燃料が導入されている。ここで、流体供給口 31 から供給された燃料はノズル 34 を通過する過程で加速され、ノズル 34 の先端部から流体排出管 33 に向かって副流室 35 内に放出された高速の燃料流の近傍では、副流導入管 32 から副流室 35 内に導入された排出燃料が、高速の燃料流に引き込まれるようにして流体排出管 33 内へ連行される。これに伴って、副流室 35 内には負圧が発生して、この負圧を補うようにして副流導入管 32 から排出燃料が吸引される。

【0024】エゼクタ 17 で混合された燃料及び排出燃料は、流体排出管 33 から排出されて加湿部 13 へ供給されている。すなわち、燃料電池 11 から排出された排出燃料はエゼクタ 17 を介して循環させられている。なお、燃料電池 11 の燃料排出口 20d には水分離部 16 が接続されており、この水分離部 16 で水分が除去された排出燃料は、逆止弁 23 を介してエゼクタ 17 の副流導入管 32 へ供給されている。

【0025】燃料供給側圧力制御部 18 及びバイパス側圧力制御部 19 は、例えば空気式の比例圧力制御弁から

なり、酸化剤供給部 14 から供給される空気の圧力を信号圧として、各圧力制御部 18, 19 を通過した燃料が各圧力制御部 18, 19 の出口で有する圧力、つまり供給圧を所定値に設定している。例えば、燃料供給側圧力制御部 18 では、信号圧：供給圧 = 1 : 3 に設定され、バイパス側圧力制御部 19 では、信号圧を  $P_t$ 、所定圧 #P を例えば 23 kPa として、図 4 に示す開弁特性のグラフ図のように、信号圧：供給圧 =  $P_t : (P_t + \#P)$  に設定されている。

【0026】本実施の形態による燃料電池の燃料供給装置 10 は上記構成を備えており、次に、この燃料電池の燃料供給装置 10 の動作について添付図面を参照しながら説明する。図 5 は燃料電池の燃料供給装置 10 における水素のモル流量  $Q_1 \sim Q_5$  と、燃料電池 11 の出力との関係を示すグラフ図である。なお、以下において、燃料供給部 12 から供給される燃料、つまり燃料電池 11 にて消費される水素のモル流量  $Q_1$  と、燃料電池 11 の燃料極に供給される水素のモル流量  $Q_4$  との比をストイキ ( $Q_4/Q_1$ ) と呼ぶ。ストイキ ( $Q_4/Q_1$ ) (図 5 に示す実線 ( $Q_4/Q_1$ )) は、燃料電池 11 における水素の利用率の逆数に等しく、ストイキ ( $Q_4/Q_1$ ) が大きいほど、水素を循環させる能力が高いことを表している。そして、例えば車両のアイドル運転時等における燃料電池 11 の負荷状態を基準として、所定の下限ストイキ  $ST$  (図 5 に示す太実線  $ST$ ) が設定されており、この下限ストイキ  $ST$  は、例えば、燃料電池 11 の内部に燃料を流通させるための構造や、例えば燃料電池 11 の内部で生成された水を外部に排出するために必要な排出燃料の流量や、燃料電池 11 を構成する触媒及び固体高分子電解質膜の特性等に応じて設定された燃料の利用率に関する所定閾値の逆数である。

【0027】まず、酸化剤供給部 14 から、例えば燃料電池 11 の負荷やアクセルペダルの操作量等に応じて設定される適宜の圧力 (信号圧  $P_t$ ) の空気が、燃料電池 11 の空気極及び燃料供給側圧力制御部 18 及びバイパス側圧力制御部 19 に供給される。すると、燃料供給側圧力制御部 18 は、信号圧  $P_t$  (例えば 100 kPa) の 3 倍、つまり供給圧  $P_{se} = 3P_t$  でエゼクタ 17 及びバイパス流路 22 に向かい水素を供給する。一方、バイパス流路 22 のバイパス側圧力制御部 19 は、信号圧  $P_t$  及び所定圧 #P (例えば 23 kPa) に対して、供給圧  $P_{sb} = (P_t + \#P)$  で水素を供給するように設定されており、この供給圧  $P_{sb}$  (例えば 123 kPa) は燃料供給側圧力制御部 18 から供給される水素の供給圧  $P_{se}$  (例えば 300 kPa) よりも小さい値に設定されている。

【0028】ここで、例えば図 5 に示す領域  $\beta 1$  のように、燃料電池 11 の出力が相対的に小さく、燃料極に供給される水素の流量が少ない状態では、エゼクタ 17 のノズル 34 を通過する水素の流量が少ないため、ノズル

34における圧力損失は小さい。この状態では、エゼクタ17の流体排出管33の出口における水素の出口圧は、燃料供給側圧力制御部18から供給される水素の供給圧 $P_{se}$ と大差なく、バイパス側圧力制御部19で設定される水素の供給圧 $P_{sb}$ よりも大きくなっている。このため、例えば空気式の圧力制御弁からなるバイパス側圧力制御部19は開弁されず、バイパス流路22から燃料電池11へ供給される水素のモル流量 $Q_3$  (図5に示す点線 $Q_3$ ) はゼロとなる。

【0029】これに対して、燃料電池11の出力が増大すると、燃料電池11で消費される水素の量が増大するので、燃料供給部12から供給される水素のモル流量 $Q_1$  (図5に示す一点破線 $Q_1$ ) が増大し、これに伴い、エゼクタ17のノズル34を通過する水素のモル流量 $Q_2$  (図5に示す実線 $Q_2$ ) も増加する。この場合、エゼクタ17のノズル34において水素の圧力損失が増大して、エゼクタ17の流体排出管33の出口における水素の出口圧は、燃料供給側圧力制御部18から供給される水素の供給圧 $P_{se}$ に比べて徐々に低下すると共に、エゼクタ17のノズル34を通過する水素のモル流量 $Q_2$ の増加傾向が緩やかとなって、いわゆる頭打ちの状態に近づいてゆく。なお、燃料供給部12から供給される水素の燃料供給側圧力制御部18の出口部でのモル流量 $Q_1$ は、燃料電池11にて消費される水素のモル流量 $Q_1$ に等しい。

【0030】そして、エゼクタ17の流体排出管33の出口における水素の出口圧が、バイパス側圧力制御部19で設定される供給圧 $P_{sb}$  (例えば123kPa) 以下になると、バイパス側圧力制御部19が開弁されて、例えば図5に示す領域 $\beta$ のようにモル流量 $Q_3$ が徐々に増大して、バイパス流路22から燃料電池11へ水素が供給されるようになる。なお、バイパス側圧力制御部19を開弁させるタイミングは、例えば、エゼクタ17のノズル34を通過する水素のモル流量 $Q_2$ の増加量が飽和した時点、つまりエゼクタ17のノズル34での圧力損失の変化量が飽和した時点に設定されているが、これに限定されず、バイパス側圧力制御部19に対する供給圧 $P_{sb} = (P_t + \#P)$ の所定圧 $\#P$ を変化させることで適宜のタイミングに調整可能である。

【0031】上述したように、本実施の形態による燃料電池の燃料供給装置10によれば、エゼクタ17とバイパス側圧力制御部19とを並列に配置しただけの単純な構成で、燃料電池の低出力領域から高出力領域に亘る広範な出力範囲に対して、所定の下限ストイキ $ST$ を満たすことができる。しかも、燃料供給側圧力制御部18及びバイパス側圧力制御部19は、酸化剤供給部14をなすエアーコンプレッサから供給される空気により制御されていることで、燃料電池11の燃料極と空気極との間で必要とされる所定の極間圧力を制御しながら、これと同時に、ストイキ特性を制御することができ、例えば

電氣的な制御等を必要とせず機械的な制御のみで、容易に広範な出力範囲に亘って燃料電池11を制御することができ、装置が複雑化することを防いで、装置の製作費用の削減に資することが可能となる。

【0032】なお、上述した本実施形態においては、1つのエゼクタ17とバイパス側圧力制御部19が並列に配置されるとしたが、これに限定されず、例えばノズル径が異なる複数のエゼクタと、バイパス側圧力制御部19とが、並列に配置されても良い。以下に、本実施形態の変形例に係る燃料電池の燃料供給装置40について添付図面を参照しながら説明する。図6は本実施形態の変形例に係る燃料電池の燃料供給装置40の構成図である。なお、上述した実施の形態と同一部分には同じ符号を配して説明を簡略又は省略する。

【0033】燃料供給側圧力制御部18からエゼクタ17 (以下において、第1エゼクタ17と呼ぶ) へと向かう流路の途中に設けられたバイパス流路22への分岐部22aと、第1エゼクタ17とを接続する流路には、例えば3方弁41が設けられており、この3方弁41には第1エゼクタ17を迂回する第2エゼクタ用バイパス流路42が接続されており、この第2エゼクタ用バイパス流路42には、第2エゼクタ43が備えられている。3方弁41は、例えば燃料供給側圧力制御部18から供給される燃料の流量が所定流量になった時点で、燃料の供給先を第1エゼクタ17から第2エゼクタ43へと切り替える。第2エゼクタ43は、例えば第1エゼクタ17と同一の構成を備えており、第2エゼクタ43のノズル34は、例えば第1エゼクタ17よりも大きな内径を有している。すなわち、第2エゼクタ43の最大流量は第1エゼクタ17の最大流量よりも大きく設定されている。そして、第2エゼクタ43の副流導入管32には、燃料電池11の燃料排出口20dから排出されて水分離部16で水分が除去された水素が逆止弁23を介して供給されている。すなわち、再循環部40Aは、加湿部13及び水分離部16及び第1エゼクタ17に加えて、第2エゼクタ43及び3方弁41を備えて構成されている。

【0034】次に、この燃料電池の燃料供給装置40の動作について添付図面を参照しながら説明する。図7は燃料電池の燃料供給装置40における水素のモル流量 $Q_2$ 、 $Q_3$ と、燃料電池11の出力との関係を示すグラフ図である。なお、以下において、例えば、燃料電池11の負荷状態に応じて設定された下限ストイキ $ST_2$  (図7に示す太実線 $ST_2$ ) によるストイキ ( $Q_4/Q_1$ ) は、上述した実施の形態に係る下限ストイキ $ST$  (図7に示す一点破線 $ST$ ) によるストイキ ( $Q_4/Q_1$ ) よりも大きな値に設定されている。

【0035】先ず、酸化剤供給部14から、例えば燃料電池11の負荷やアクセルペダルの操作量等に応じて設定される適宜の圧力 (信号圧 $P_t$ ) の空気が、燃料電池

11の空気極及び燃料供給側圧力制御部18及びバイパス側圧力制御部19に供給される。すると、燃料供給側圧力制御部18は、信号圧 $P_t$ （例えば100kPa）の3倍、つまり供給圧 $P_{se}=3P_t$ で3方弁41及びバイパス流路22に向かい水素を供給する。一方、バイパス流路22のバイパス側圧力制御部19は、信号圧 $P_t$ 及び所定圧 $\#P$ （例えば23kPa）に対して、供給圧 $P_{sb}=(P_t+\#P)$ で水素を供給するように設定されており、この供給圧 $P_{sb}$ （例えば123kPa）は燃料供給側圧力制御部18から供給される水素の供給圧 $P_{se}$ （例えば300kPa）よりも小さい値に設定されている。

【0036】ここで、例えば図7に示す領域 $\gamma 1$ のように、燃料電池11の出力が相対的に小さく、燃料極に供給される水素の流量が少ない状態では、燃料供給側圧力制御部18から供給される水素は、3方弁41を介して第1エゼクタ17へと供給されている。この状態では、第1エゼクタ17のノズル34を通過する水素の流量が少ないため、ノズル34における圧力損失が小さく、エゼクタ17の流体排出管33の出口における水素の出口圧は、燃料供給側圧力制御部18から供給される水素の供給圧 $P_{se}$ と大差なく、バイパス側圧力制御部19で設定される水素の供給圧 $P_{sb}$ よりも大きくなっている。このため、バイパス側圧力制御部19は開弁されず、バイパス流路22から燃料電池11へ供給される水素のモル流量 $Q_3$ （図7に示す点線 $Q_3$ ）はゼロであり、ストイキ（ $Q_4/Q_1$ ）は、第1エゼクタ17のストイキ特性 $E_1$ （図7に示す破線 $E_1$ ）により決定されている。

【0037】これに対して、燃料電池11の出力、すなわち燃料電池11で消費される水素の量が増大すると、第1エゼクタ17のノズル34を通過する水素のモル流量 $Q_2$ （図7に示す実線 $Q_2$ ）も増加するが、この増加傾向は徐々に緩やかとなって、いわゆる頭打ちの状態に近づいてゆく。そして、第1エゼクタ17に対するモル流量 $Q_2$ が最大流量に到達して飽和する以前の所定のタイミング（図7に示す点 $\gamma 2$ ）で、3方弁41は燃料供給側圧力制御部18から流入する水素の供給先を、第1エゼクタ17から第2エゼクタ43へと切り替える。

【0038】第2エゼクタ43は、第1エゼクタ17よりも最大流量が大きく設定されているため、例えば図7に示す領域 $\gamma 3$ のように、燃料電池11の出力の増大に応じて、第2エゼクタ43のノズル34を通過する水素のモル流量 $Q_2$ （図7に示す実線 $Q_2$ ）が徐々に増加する。なお、3方弁41によって、水素の供給先が第1エゼクタ17から第2エゼクタ43へと切り替えられる際には、第2エゼクタ43のストイキ特性 $E_2$ （図7に示す破線 $E_2$ ）によるストイキ（ $Q_4/Q_1$ ）が、下限ストイキ $ST_2$ によるストイキ（ $Q_4/Q_1$ ）よりも大きくなって、下限ストイキ $ST_2$ が満たされているように

設定されている。

【0039】そして、第2エゼクタ43のノズル34を通過する水素のモル流量 $Q_2$ が増加することに伴って、第2エゼクタ43のノズル34において水素の圧力損失が増大して、第2エゼクタ43の流体排出管33の出口における水素の出口圧が、バイパス側圧力制御部19で設定される供給圧 $P_{sb}$ （例えば123kPa）以下になると、バイパス側圧力制御部19が開弁されて、例えば図7に示す領域 $\gamma 4$ のように、モル流量 $Q_3$ が徐々に増大してバイパス流路22から燃料電池11へ水素が供給されるようになる。

【0040】上述したように、本実施形態の変形例に係る燃料電池の燃料供給装置40によれば、要求されるストイキ特性が適宜に変更された場合であっても、圧力流量特性の異なる複数、例えば2つの第1及び第2エゼクタ17、43を並列に配置しただけの単純な構成で、燃料の消費流量 $Q_1$ の増大に伴って順次、第1エゼクタ17から第2エゼクタ43へと切り替えて燃料を供給することで、容易に対応することができる。

【0041】なお、上述した本実施形態においては、燃料供給側圧力制御部18及びバイパス側圧力制御部19は空気式の比例圧力制御弁からなるとしたが、これに限定されず、その他の圧力制御弁であっても良い。また、上述した本実施形態においては、3方弁41によって、水素の供給先を切り替えるとしたが、これに限定されず、その他の制御弁であっても良い。

【0042】なお、上述した本実施形態においては、車両のアイドル運転時等における燃料電池11の負荷状態を基準として、所定の下限ストイキ $ST$ が設定されとしたが、これに限定されず、燃料電池11の低出力運転時における、その他の負荷状態を基準として下限ストイキ $ST$ が設定されていても良い。

【0043】また、上述した本実施形態においては、3方弁41によって、水素の供給先が第1エゼクタ17から第2エゼクタ43へと切り替えられるタイミングは、第1エゼクタ17に対するモル流量 $Q_2$ が、最大流量に到達して飽和するより以前であって、かつ、第2エゼクタ43のストイキ特性 $E_2$ によるストイキ（ $Q_4/Q_1$ ）が、下限ストイキ $ST$ によるストイキ（ $Q_4/Q_1$ ）よりも大きくなっている状態であるとしたが、これに限定されず、例えば図1に示したように、第1エゼクタ17（例えば図1示すエゼクタ $E_1$ ）が最大流量（例えば図1に示す最大流量 $Q_{E1}$ ）に到達して飽和した時に、第2エゼクタ43（例えば図1示すエゼクタ $E_2$ ）のストイキ特性 $E_2$ によるストイキ（ $Q_4/Q_1$ ）が、下限ストイキ $ST$ によるストイキ（ $Q_4/Q_1$ ）よりも小さくなっているとしても良い。この場合、第1エゼクタ17を通過する流量が飽和したと判定された時に、バイパス側圧力制御部19が開弁してバイパス流路22から燃料電池11へ燃料が供給されるように設定されていれば良

く、さらに、第2エゼクタ43のストイキ特性によるストイキ ( $Q_4/Q_1$ ) が、エゼクタE1とバイパス側圧力制御部19との組み合わせによるストイキ特性E1b (図1に示す点線E1b) によるストイキ ( $Q_4/Q_1$ ) に等しくなった時点 (図1に示す位置α) で、3方弁41によって、燃料の供給先を第1エゼクタ17から第2エゼクタ43へと切り替えても良い。

【0044】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1に記載の本発明の燃料電池の燃料供給装置によれば、燃料循環手段を通過する燃料の流量が、最大流量に達して飽和した場合であっても、この燃料循環手段を迂回する第2の燃料供給手段を介して燃料電池に燃料を供給することができ、燃料循環手段と第2の燃料供給手段とを並列に配置しただけの単純な構成で、例えば電気的な制御等を必要とせず機械的な制御のみで、容易に広範な出力範囲に亘って燃料電池を制御することができるさらに、請求項2に記載の本発明の燃料電池の燃料供給装置によれば、燃料電池で消費された燃料の消費流量に対する (燃料電池に供給された燃料/燃料の消費流量) 特性に関して、例えば要求される所定の特性が変更された場合であっても、エゼクタを切り替えて燃料を供給することで容易に対応することができる。さらに、請求項3に記載の本発明の燃料電池の燃料供給装置によれば、燃料電池の出力に応じて、エゼクタの切替制御を適切に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の燃料電池で消費される燃料の流量  $Q_1$  に対する、燃料電池に供給される燃料の流量  $Q_4$  の比 (ストイキ ( $Q_4/Q_1$ )) の変化を示すグラフ図である。

【図2】 本発明の一実施形態に係る燃料電池の燃料供給装置の構成図である。

【図3】 図2に示すエゼクタの側断面図である。

【図4】 図2に示すバイパス側圧力制御部の開弁特性のグラフ図である。

【図5】 図2に示す燃料電池の燃料供給装置における燃料のモル流量と、燃料電池の出力との関係を示すグラフ図である。

【図6】 図2に示す本実施形態の燃料電池の燃料供給装置の変形例を示す構成図である。

【図7】 図6に示す本実施形態の変形例に係る燃料電池の燃料供給装置における燃料のモル流量と、燃料電池の出力との関係を示すグラフ図である。

【符号の説明】

10、40 燃料電池の燃料供給装置

11 燃料電池 (燃料電池)

14 酸化剤供給部 (酸化剤供給手段)

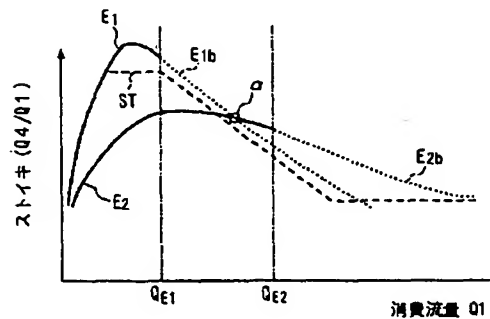
17 (第1) エゼクタ (燃料循環手段)

18 燃料供給側圧力制御部 (第1の燃料供給手段)

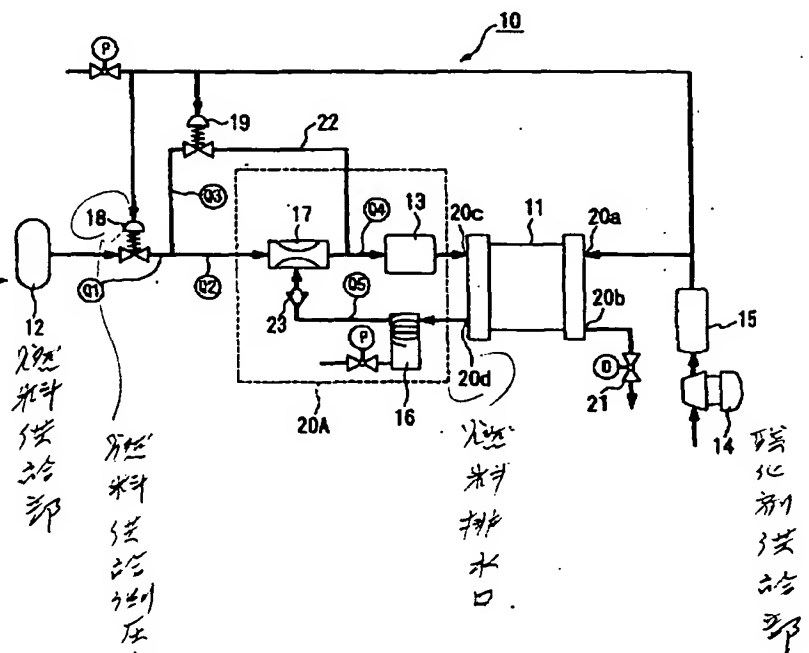
19 バイパス側圧力制御部 (第2の燃料供給手段)

43 第2エゼクタ (燃料循環手段)

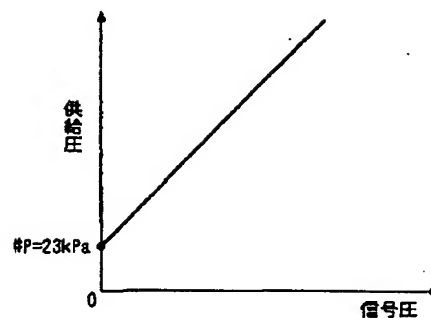
【図1】



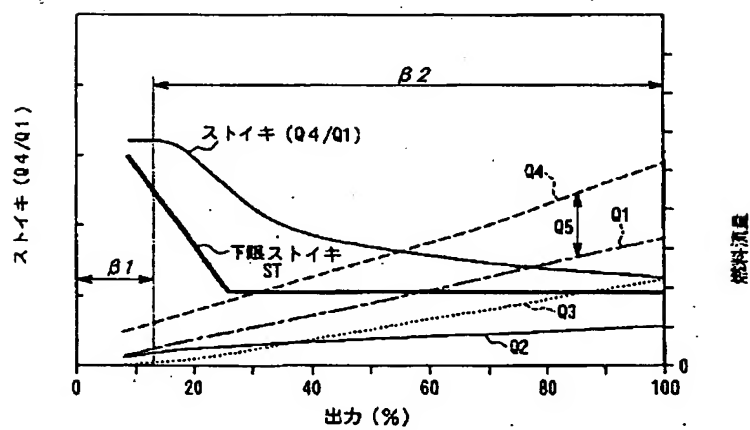
【図2】



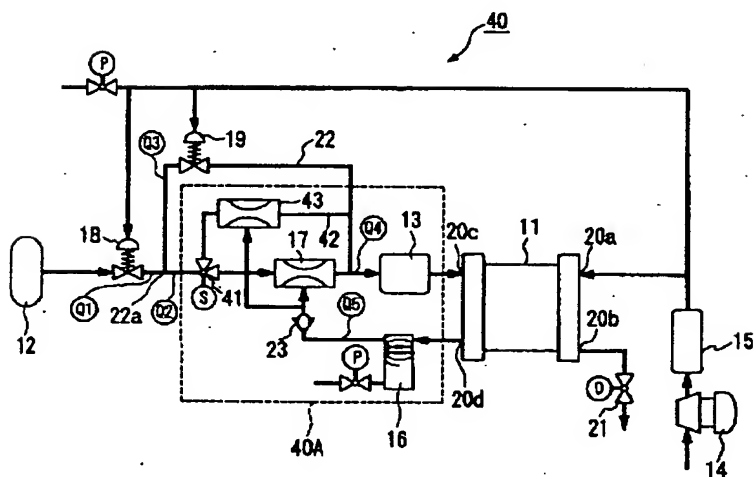
【图 4】



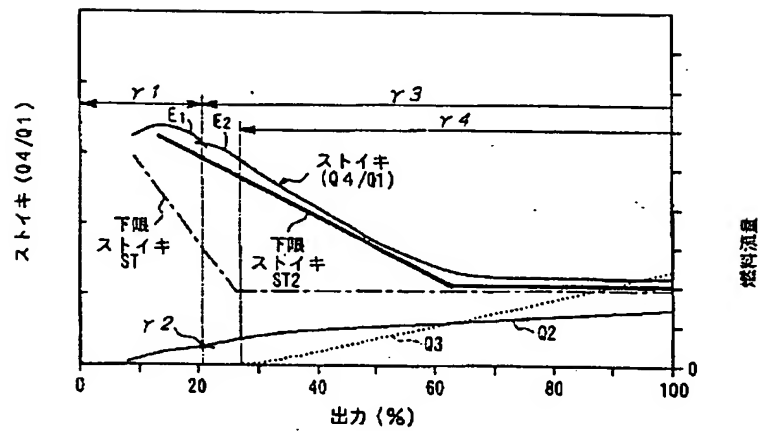
【图 5】



【图 6】



【図7】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3H079 AA18 AA23 AA28 BB05 CC13  
 CC21 DD02 DD03 DD12 DD16  
 DD23 DD24 DD25 DD28 DD52  
 DD60  
 5H026 AA06  
 5H027 AA06 KK05 KK06 KK11 KK25  
 KK26 KK52 MM09